



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

49-27-08
H5/Priority
N 173/00

JC530 U.S. PTO

09/548730



04/13/00

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

99201169.2

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 28/01/00
LA HAYE, LE

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.: 99201169.2
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: 14/04/99
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
Koninklijke Philips Electronics N.V.
5621 BA Eindhoven
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention: Haarverwijderingsapparaat met een stuurbare laserbron

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:
Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Haarverwijderingsapparaat met een stuurbare laserbron.

5

De uitvinding heeft betrekking op een haarverwijderingsapparaat voorzien van een laserbron, een stelbare laserbundelmanipulator voor het positioneren van een in bedrijf door de laserbron geleverde laserbundel in een doelpositie op een te behandelen huid, en een beeldsensor voor het detecteren van een beeld van tenminste een deel van de huid.

5

Een haarverwijderingsapparaat van de in de aanhef genoemde soort is bekend uit US Patent 5,653,706. Het bekende haarverwijderingsapparaat is bedoeld voor gebruik door een professionele therapeut en kan behalve voor het verwijderen van haren ook worden

10 gebruikt voor andere dermatologische behandelingen zoals de behandeling van necrotisch huidweefsel, spataderen, of pigmentvlekken. Het door de beeldsensor gedetecteerde beeld van de huid wordt voor de therapeut zichtbaar gemaakt op een beeldscherm. Het bekende haarverwijderingsapparaat bevat verder een stuurorgaan waarmee de therapeut de laserbundelmanipulator kan bedienen en aldus de door de laserbron geleverde laserbundel

15 handmatig over de te behandelen huid kan sturen. Tijdens het sturen van de laserbundel over de huid bezit de laserbundel slechts een relatief lage energiedichtheid, en kan de therapeut via het beeldscherm de positie van de laserbundel op de huid volgen. Indien de laserbundel zich in de door de therapeut te bepalen doelpositie bevindt, kan de laserbundel door de therapeut gedurende een vooraf bepaalde tijdsduur geïntensiveerd worden door bediening van een verder

20 stuurorgaan van het haarverwijderingsapparaat. De laserbundel heeft een golflengte die goed wordt geabsorbeerd door het te behandelen weefsel, zodat het rondom de doelpositie aanwezige weefsel door de laserbundel lokaal sterk wordt verhit en het betreffende weefsel afsterft. Voor het permanent verwijderen of epilieren van een op de huid aanwezige haar wordt de laserbundel gericht op de wortel van de haar, zodat de wortel en het daaromheen aanwezige

25 weefsel afsterft. Doordat het bekende haarverwijderingsapparaat voorzien is van de genoemde beeldsensor en de stelbare laserbundelmanipulator, kan de huid lokaal worden behandeld met een laserbundel met een relatief kleine spotdiameter, zodat de laserbron slechts een relatief laag vermogen hoeft te bezitten. In het bekende haarverwijderingsapparaat wordt daarom slechts een relatief kleine en eenvoudige laserdiode gebruikt.

Een nadeel van het bekende haarverwijderingsapparaat is dat voor het verwijderen van alle op een te behandelen huid aanwezige haren een relatief lange behandelingstijd nodig is, aangezien de laserbundel door de therapeut handmatig van haar tot haar dient te worden verplaatst. Bovendien vereist het bepalen van de doelpositie van de laserbundel op de huid ruime ervaring van de gebruiker, zodat het bekende haarverwijderingsapparaat uitsluitend geschikt is voor gebruik door een professionele therapeut.

Een doel van de uitvinding is een haarverwijderingsapparaat van de in de aanhef genoemde soort te verschaffen, waarmee een relatief korte behandelingstijd mogelijk is en dat geschikt is voor gebruik door onervaren personen, d.w.z. geschikt is voor de consumentenmarkt.

Om dit doel te bereiken heeft een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding tot kenmerk, dat de laserbron bestuurbaar is door middel van een elektrische regeleenheid, waarbij de regeleenheid in bedrijf de doelpositie van de laserbundel bepaalt als functie van een door de regeleenheid uit het beeld bepaalde positie en/of oriëntatie op de huid van een te verwijderen haar, en waarbij de regeleenheid de laserbron activeert indien de laserbundelmanipulator zich in een stand bevindt die correspondeert met de doelpositie van de laserbundel. Doordat de doelpositie van de laserbundel wordt bepaald door de regeleenheid en de laserbron door de regeleenheid wordt geactiveerd indien de laserbundelmanipulator zich in een stand bevindt die correspondeert met de doelpositie van de laserbundel, vinden het bepalen van de doelpositie van de laserbundel en het activeren van de laserbron volledig automatisch plaats. Bovendien is met behulp van de regeleenheid bijvoorbeeld ook de laserbundelmanipulator op een vooraf bepaalde wijze automatisch stelbaar in de stand die correspondeert met de doelpositie van de laserbundel op de huid. Aldus is het haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding geschikt voor veilig gebruik door onervaren personen, en is het haarverwijderingsapparaat in het bijzonder geschikt voor de consumentenmarkt. Voor het bepalen van de doelpositie van de laserbundel uit het door de beeldsensor gedetecteerde beeld van de huid bevat de regeleenheid bijvoorbeeld een daartoe geschikt algoritme waarmee op grond van de beeldinformatie de positie en/of de oriëntatie van de te verwijderen haar op de huid bepaalbaar is en waarmee op grond van de genoemde positie en/of oriëntatie van de haar de doelpositie bepaalbaar is. De hiervoor omschreven automatische bepaling van de doelpositie van de laserbundel, het automatisch stellen van de

laserbundelmanipulator, en het automatisch activeren van de laserbron vinden in een relatief korte tijdsduur plaats, zodat met behulp van het haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding een relatief korte behandelingstijd mogelijk is.

5 Een bijzondere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de regeleenheid de doelpositie van de laserbundel bepaalt in een deelgebied van het beeld dat afmetingen bezit die bepaald zijn door een vooraf bepaalde gemiddelde afstand tussen op de huid aanwezige haren en een vooraf bepaalde lengte van de haren. In deze bijzondere uitvoeringsvorm is de regeleenheid nagenoeg uitsluitend actief in het genoemde deelgebied van het beeld, dat slechts enkele te verwijderen haren en bij voorkeur
10 slechts één enkele haar omvat. De genoemde vooraf bepaalde lengte van de haren dient bij voorkeur kleiner te zijn dan de genoemde gemiddelde afstand tussen de haren, en kan bijvoorbeeld worden bereikt door de haren voorafgaande aan de behandeling met het haarverwijderingsapparaat te trimmen met behulp van een afzonderlijke trimmer of bijvoorbeeld een tot het haarverwijderingsapparaat behorende trimmer. Doordat de
15 regeleenheid nagenoeg uitsluitend actief is in het genoemde deelgebied van het beeld, worden een voor het bepalen van de doelpositie benodigde rekentijd en rekencapaciteit van de regeleenheid sterk beperkt.

Een verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de afmetingen van het deelgebied van het beeld instelbaar
20 zijn. Doordat de afmetingen van het deelgebied van het beeld instelbaar zijn, kunnen de genoemde afmetingen door de gebruiker van het haarverwijderingsapparaat aangepast worden aan de eigenschappen van de te behandelen huid, zodat de behandelingstijd en het behandelingsresultaat voor iedere individuele gebruiker kunnen worden geoptimaliseerd.

Een nog verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens
25 de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de laserbundelmanipulator door de regeleenheid stelbaar is in een reeks van opeenvolgende standen die corresponderen met een regelmatige reeks van denkbeeldige posities van de laserbundel op het genoemde deel van de huid, waarbij een referentiepositie in het deelgebied van het beeld correspondeert met de actuele denkbeeldige positie van de laserbundel, en waarbij de regeleenheid de laserbron activeert indien de
30 referentiepositie overeenkomt met de doelpositie van de laserbundel. In deze nog verdere uitvoeringsvorm wordt het met het beeld overeenkomende deel van de huid door de laserbundelmanipulator op een gelijkmatige wijze gescand. Doordat de in het deelgebied van het beeld aanwezige referentiepositie correspondeert met de actuele denkbeeldige positie van de laserbundel, volgt het deelgebied van het beeld de actuele denkbeeldige positie van de

laserbundel, waarbij de door de regeleenheid bepaalde doelpositie in het deelgebied van het beeld voortdurend verandert ten opzichte van de referentiepositie. Een voordeel van deze nog verdere uitvoeringsvorm is dat de laserbundelmanipulator door de regeleenheid voortdurend op gelijkmatige wijze wordt versteld, zodat de laserbundelmanipulator geen uitzonderlijk korte insteltijd en uitzonderlijk hoge instelnauwkeurigheid behoeft te bezitten.

Een bijzondere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de regeleenheid de doelpositie van de laserbundel bepaalt in een regelmatige reeks van opeenvolgende deelgebieden van het beeld, waarbij de laserbundelmanipulator in elk van de genoemde deelgebieden door de regeleenheid stelbaar is in een stand die correspondeert met de doelpositie van de laserbundel in het betreffende deelgebied. In deze bijzondere uitvoeringsvorm wordt het gedetecteerde beeld van de huid door de regeleenheid op gelijkmatige wijze gescand volgens de genoemde reeks van opeenvolgende deelgebieden. In elk van de opeenvolgende deelgebieden bepaalt de regeleenheid een doelpositie, waarna de laserbundelmanipulator door de regeleenheid wordt gesteld in de met de betreffende doelpositie corresponderende stand. Een voordeel van deze bijzondere uitvoeringsvorm is dat de laserbundelmanipulator niet het volledige met het beeld overeenkomende deel van de huid behoeft te scannen, maar slechts opeenvolgend wordt gesteld in standen die corresponderen met de in de opeenvolgende deelgebieden van het beeld bepaalde doelposities. Hierdoor wordt de laserbundelmanipulator door de regeleenheid weliswaar op onregelmatige wijze versteld, zodat relatief hoge eisen aan de insteltijd en de instelnauwkeurigheid van de laserbundelmanipulator worden gesteld, maar wordt de behandelingstijd van het haarverwijderingsapparaat aanzienlijk verder verkort.

Een verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de regeleenheid uit de uit het beeld bepaalde positie en oriëntatie op de huid van de te verwijderen haar een gebied op de huid bepaalt waaronder zich een wortel van de haar met een vooraf bepaalde waarschijnlijkheid bevindt, waarbij de regeleenheid in het genoemde gebied op de huid tenminste één doelpositie bepaalt. In deze verdere uitvoeringsvorm wordt het haarverwijderingsapparaat toegepast als epileerapparaat. Doordat de laserbundel de wortel van de haar behandelt, sterft de wortel van de haar en het in de directe nabijheid aanwezige huidweefsel af, zodat de haar voorgoed of tenminste voor een relatief lange tijd wordt verwijderd. Het gebied op de huid waaronder de wortel zich met de vooraf bepaalde waarschijnlijkheid bevindt wordt door de regeleenheid bepaald op grond van bijvoorbeeld vooraf bepaalde statistische informatie over de lengte van het onderhuidse deel van haren en over de hoek van het onderhuidse deel van haren ten opzichte van het

huidoppervlak.

Een nog verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de laserbundelmanipulator door de regeleenheid stelbaar is in een reeks van opeenvolgende standen die corresponderen met een verplaatsing van de
5 laserbundel met een vooraf bepaalde snelheid over een recht lijnstuk op de huid, welk lijnstuk op een denkbeeldige lijn ligt die nagenoeg samenvalt met een loodrechte projectie van de te verwijderen haar op de huid, waarbij de regeleenheid de laserbron bij aanvang van de genoemde verplaatsing activeert. Op deze wijze kan het hiervoor genoemde gebied op de huid waaronder de wortel van de haar zich met de vooraf bepaalde waarschijnlijkheid bevindt op
10 efficiënte wijze in zijn geheel worden behandeld, waarbij een benodigde spotdiameter van de laserbundel sterk wordt beperkt.

Een bijzondere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de laserbundelmanipulator door de regeleenheid stelbaar is in een aantal opeenvolgende vaste standen die corresponderen met een aantal vaste doelposities
15 van de laserbundel op een recht lijnstuk op de huid, welk lijnstuk op een denkbeeldige lijn ligt die nagenoeg samenvalt met een loodrechte projectie van de te verwijderen haar op de huid, waarbij de regeleenheid de laserbron in elk van de genoemde vaste standen van de laserbundelmanipulator gedurende een vooraf bepaalde tijd activeert. Op deze wijze kan het hiervoor genoemde gebied op de huid waaronder de wortel van de haar zich met de vooraf
20 bepaalde waarschijnlijkheid bevindt eveneens op efficiënte wijze in zijn geheel worden behandeld, waarbij een benodigde spotdiameter van de laserbundel eveneens sterk wordt beperkt.

Een verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de regeleenheid uit de uit het beeld bepaalde positie en
25 oriëntatie op de huid van de te verwijderen haar een uittreedpositie op de haar bepaalt waar de haar uit de huid treedt, waarbij de regeleenheid de doelpositie van de laserbundel gelijk stelt aan een positie op de haar nabij de genoemde uittreedpositie. In deze verdere uitvoeringsvorm wordt het haarverwijderingsapparaat toegepast als scheerapparaat. Doordat de doelpositie van de laserbundel zich op de haar bevindt nabij de uittreedpositie van de haar, wordt de haar door
30 de laserbundel nabij de uittreedpositie, d.w.z. nabij het huidoppervlak, doorgebrand. De regeleenheid kan bijvoorbeeld zodanig worden geprogrammeerd dat de doelpositie ter hoogte van het huidoppervlak of zelfs beneden het huidoppervlak ligt, zodat een zeer glad scheerresultaat wordt bereikt dat gedurende een relatief lange tijd gehandhaafd wordt. Het haarverwijderingsapparaat kan bijvoorbeeld worden voorzien van een verder instelorgaan voor

het instellen van de doelpositie ten opzichte van het huidoppervlak, zodat de gebruiker een gewenste gladheid kan instellen.

Een nog verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat het haarverwijderingsapparaat een afzonderlijk

- 5 belichtingsorgaan omvat voor het belichten van tenminste het door de beeldsensor te detecteren deel van de huid. Door toepassing van het afzonderlijke belichtingsorgaan wordt het door de beeldsensor gedetecteerde beeld volledig gevormd uit door de huid gereflecteerd licht van het belichtingsorgaan, en kan de laserbron tussen de belichting van twee opeenvolgende doelposities volledig uitgeschakeld worden. Omdat het door de beeldsensor
- 10 gedetecteerde beeld volledig wordt gevormd uit het door de huid gereflecteerde licht van het belichtingsorgaan, hoeft gereflecteerd licht van de laserbundel de beeldsensor niet te bereiken. De beeldsensor kan daarom voorzien worden van een filter voor het gereflecteerde licht van de laserbundel, waardoor de beeldsensor wordt beschermd tegen beschadigingen die als gevolg van het gereflecteerde licht van de laserbundel kunnen ontstaan wanneer de laserbundel zich
- 15 met een hoge energiedichtheid in de doelpositie bevindt.

Een bijzondere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding heeft tot kenmerk, dat de regeleenheid uit het beeld een reflectiespectrum van het door de beeldsensor gedetecteerde deel van de huid bepaalt, waarbij de regeleenheid het reflectiespectrum vergelijkt met een vooraf bepaald referentiespectrum van tenminste één

- 20 frequent voorkomende huidafwijking, en waarbij de regeleenheid uit genoemde vergelijking posities op de huid bepaalt waarin genoemde huidafwijking aanwezig is en de laserbron in de genoemde posities op de huid niet activeert. In deze bijzondere uitvoeringsvorm wordt voorkomen dat de laserbundel wordt gericht op doelposities die zich bevinden in een dergelijke huidafwijking, zoals bijvoorbeeld een moedervlek of andersoortige pigmentvlek.
- 25 Dergelijke huidafwijkingen bezitten vaak een relatief hoog absorptievermogen voor het laserlicht gebruikt wordt voor de behandeling van de haren of de wortels van de haren, zodat bij contact met laserlicht verwondingen ontstaan. In deze bijzondere uitvoeringsvorm wordt aldus een automatische bescherming tegen dergelijke verwondingen verschaft.

30

De uitvinding wordt in het volgende nader toegelicht aan de hand van de tekening, waarin

Figuur 1 op schematische wijze een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding toont,

Figuur 2 op schematische wijze een doorsnede van een te behandelen huid toont nabij een met het haarverwijderingsapparaat volgens figuur 1 te verwijderen haar,

Figuur 3 op schematische wijze een beeld van een deel van een te behandelen huid toont dat met behulp van een beeldsensor van het haarverwijderingsapparaat volgens

5 figuur 1 wordt gedetecteerd,

Figuur 4 op schematische wijze een regeleenheid van het haarverwijderingsapparaat volgens figuur 1 toont,

Figuur 5a op schematische wijze een deelgebied van het beeld volgens figuur 3 toont,

10 Figuur 5b op schematische wijze een deelgebied van het beeld volgens figuur 3 toont in een alternatieve uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding,

Figuur 6 een door de regeleenheid volgens figuur 4 uit het beeld volgens figuur 3 bepaald reflectiespectrum toont,

15 Figuur 7 op schematische wijze een regeleenheid toont van een verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding,

Figuur 8 op schematische wijze een door de regeleenheid volgens figuur 7 gegenereerd deelgebied van een gedetecteerd beeld van de te behandelen huid toont, en

20 Figuur 9 op schematische wijze een deelgebied van een beeld van de te behandelen huid toont, dat gegenereerd wordt door een regeleenheid van een nog verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding.

Het in figuur 1 op schematische wijze getoonde haarverwijderingsapparaat 1
25 volgens de uitvinding bevat een laserbron 3 en een stelbare laserbundelmanipulator 5 voor het positioneren van een in bedrijf door de laserbron 3 geleverde laserbundel 7 in een doelpositie 9 op een te behandelen huid 11. Het haarverwijderingsapparaat 1 is een epileerapparaat met behulp waarvan op de huid 11 aanwezige haren 13 voor een relatief lange tijd of zelfs
30 voorgoed worden verwijderd. Om een haar 13 te kunnen epilieren, dient de doelpositie 9 van de laserbundel 7 zich ongeveer in een positie op de huid 11 te bevinden waaronder zich een wortel 15 van de haar 13 bevindt, zoals schematisch wordt getoond in figuur 2. De laserbundel 7 bevat monochromatisch licht met een golflengte die goed wordt geabsorbeerd door de haar 13 en nagenoeg niet wordt geabsorbeerd door weefsel van de huid 11. Als gevolg hiervan wordt nagenoeg uitsluitend de wortel 15 van de haar 13 door de laserbundel 7 sterk verhit,

5 waardoor de wortel 15 afsterft. Voor een blanke huid met donkere haren wordt een goede optische selectiviteit tussen de haren 13 en het weefsel van de huid 11 bereikt bij een golflengte tussen ongeveer 650 nm en 1200 nm. Licht met een dergelijke golflengte wordt goed geabsorbeerd door melanine, een pigment dat in een hoge concentratie voorkomt in donkere haren en slechts in een lage concentratie voorkomt in blanke huid. Licht met een dergelijke golflengte wordt bovendien slecht geabsorbeerd door water, door hemoglobine, een rode kleurstof die in een hoge concentratie voorkomt in bloed, en door keratine, een stof die in een hoge concentratie voorkomt in zowel de opperhuid (epidermis) als in het huidweefsel dat op een diepte in de huid voorkomt waar zich de wortels 15 van de haren 13 bevinden. Voor een doelmatige werking van het haarverwijderingsapparaat 1 zijn verder een toereikende pulsduur en energiedichtheid van de laserbundel 7 noodzakelijk. Een te korte pulsduur leidt slechts tot een verhitting van de wortel 15 en niet tot een verhitting van het weefsel dat in de directe omgeving van de wortel 15 aanwezig is. Hierdoor blijft het genoemde weefsel intact, waardoor een nieuwe wortel en haar kan ontstaan. Een te lange pulsduur leidt door thermische geleiding tot een te sterke verhitting van het weefsel dat zich op enige afstand van de wortel 15 bevindt, waardoor huidirritaties of zelfs huidbeschadigingen kunnen ontstaan. Goede resultaten worden bereikt bij een pulsduur van de laserbundel 7 tussen ongeveer 1 ms en 100 ms en bij een energiedichtheid van de laserbundel 7 tussen ongeveer 15 J/cm^2 en 50 J/cm^2 .

20 De laserbundel 7 is met behulp van de laserbundelmanipulator 5 op een hierna nader te omschrijven manier nauwkeurig positioneerbaar in de doelpositie 9, waarbij de doelpositie 9 op een hierna nader te omschrijven manier nauwkeurig bepaalbaar is door middel van een elektrische regeleenheid 17 van het haarverwijderingsapparaat 1. Als gevolg hiervan hoeft de laserbundel 7 voor het verhitten van de wortel 15 slechts een relatief kleine spotdiameter te bezitten. Goede resultaten worden bereikt bij een spotdiameter van de laserbundel 7 tussen ongeveer 0,3 mm en 1,0 mm. Door deze relatief kleine spotdiameter hoeft de laserbron 3 voor het bereiken van de benodigde energiedichtheid en pulsduur van de laserbundel 7 slechts een relatief laag uitgangsvermogen van enkele Watts te bezitten. De in het haarverwijderingsapparaat 1 toegepaste laserbron 3 bevat daarom slechts een relatief kleine en eenvoudige op zichzelf bekende laserdiode, die in figuur 1 niet in detail wordt getoond, of een op zichzelf bekende door middel van een fiber gekoppelde serie laserdioden, die in figuur 1 eveneens niet in detail getoond worden. De laserbron 3 bevat verder een in figuur 1 eveneens niet getoond collimatorlenssysteem waarmee de laserbundel 7 nagenoeg evenwijdig wordt gericht.

Zoals figuur 1 verder toont, bevat de laserbundelmanipulator 5 een eerste stelbare kantelspiegel 19 en een tweede stelbare kantelspiegel 21 die beide onder een hoek van ongeveer 45° zijn opgesteld ten opzichte van een aanlegvlak 23 waarmee het haarverwijderingsapparaat 1 tegen de huid 11 dient te worden aangelegd. De eerste kantelspiegel 19 is door middel van een in figuur 1 slechts schematisch weergegeven actuator 25 over beperkte hoeken kantelbaar om een eerste kantelas 27 die zich in het vlak van de eerste kantelspiegel 19 bevindt en zich evenwijdig aan het aanlegvlak 23 uitstrekt. De tweede kantelspiegel 21 is door middel van een in figuur 1 eveneens slechts schematisch weergegeven actuator 29 over beperkte hoeken kantelbaar om een tweede kantelas 31 die zich in het vlak van de tweede kantelspiegel 21 bevindt en de eerste kantelas 27 ongeveer loodrecht kruist. De in bedrijf door de laserbron 3 geleverde laserbundel 7 wordt door de eerste kantelspiegel 19 en de tweede kantelspiegel 21 over hoeken van ongeveer 45° weerkaatst, zodat de laserbundel 7 de te behandelen huid 11 via een in het aanlegvlak 23 aangebrachte opening 33 nagenoeg loodrecht in de doelpositie 9 treft. Opgemerkt wordt, dat de opening 33 kan worden bedekt door middel van een afdekplaatje uit een transparant materiaal. Door de eerste kantelspiegel 19 door middel van de actuator 25 te kantelen over de eerste kantelas 27, is de doelpositie 9 van de laserbundel 7 op de huid 11 verplaatsbaar evenwijdig aan een X-richting, die in het aanlegvlak 23 ligt en de eerste kantelas 27 loodrecht kruist. Door de tweede kantelspiegel 21 door middel van de actuator 29 te kantelen over de tweede kantelas 31, is de doelpositie 9 van de laserbundel 7 op de huid 11 verplaatsbaar evenwijdig aan een Y-richting, die eveneens in het aanlegvlak 23 ligt en loodrecht staat op de X-richting.

Zoals figuur 1 verder toont, bevat het haarverwijderingsapparaat 1 een afzonderlijk belichtingsorgaan 35 waarmee in bedrijf een deel van de te behandelen huid 11 wordt belicht dat zich onder de opening 33 bevindt. Het belichtingsorgaan 35 kan een eenvoudige lamp zijn. Een in bedrijf door het belichtingsorgaan 35 geleverde lichtbundel 37 valt via een transparante plaat 39, die eveneens de laserbundel 7 doorlaat, op het genoemde deel van de huid 11. De transparante plaat 39 is onder een hoek van ongeveer 45° opgesteld ten opzichte van het aanlegvlak 23 en is aan een naar de opening 33 toegekeerde zijde voorzien van een spiegelend oppervlak 41. Een door het genoemde deel van de huid 11 weerkaatste lichtbundel 43 wordt door het spiegelende oppervlak 41 over een hoek van ongeveer 90° weerkaatst en met behulp van een lenseenheid 45 gefocusseerd op een beeldsensor 47, in het getoonde uitvoeringsvoorbeeld een op zichzelf bekende CCD beeldsensor. Met behulp van de beeldsensor 47 is aldus een beeld van het genoemde deel van de huid 11 detecteerbaar dat aanwezig is onder de opening 33. Door toepassing van het

belichtingsorgaan 35 wordt door de beeldsensor 47 uit het door de huid 11 gereflecteerde licht van het belichtingsorgaan 35 een duidelijk beeld van het genoemde deel van de huid 11 gedetecteerd, zodat voor het detecteren van het genoemde beeld geen gereflecteerd licht van de laserbundel 7 nodig is. Daarom kan de laserbron 3 tussen de belichting van twee

5 opeenvolgende doelposities op de huid 11 volledig worden uitgeschakeld. Bovendien kan de beeldsensor 47 worden voorzien van een in figuur 1 niet getoond filter voor het gereflecteerde licht van de laserbundel 7, zodat de beeldsensor 47 wordt beschermd tegen beschadigingen die als gevolg van het gereflecteerde licht van de laserbundel 7 kunnen ontstaan wanneer de laserbundel 7 zich met een hoge energiedichtheid in de doelpositie 9 bevindt.

10 Zoals figuur 1 toont, levert de beeldsensor 47 aan de regeleenheid 17 een elektrisch signaal u_s dat correspondeert met het door de beeldsensor 47 gedetecteerde beeld van het onder de opening 33 aanwezige deel van de huid 11, waarbij het signaal u_s bijvoorbeeld een serie 8-bits-grijswaarden van de beeldsensorpixels omvat. Het gedetecteerde beeld wordt in figuur 3 op schematische manier getoond en aangeduid met referentiecijfer 49.

15 Zoals figuur 4 toont, bevat de regeleenheid 17 een eerste processor 51 die het gedetecteerde beeld 49 op een min of meer regelmatige wijze scant, waarbij de eerste processor 51 opeenvolgend een aantal in figuur 3 getoonde deelgebieden 53 van het beeld 49 genereert, in het bijzonder een min of meer regelmatige reeks van deelgebieden 53 die ongeveer op een aantal in de Y-richting gezien opeenvolgende zich evenwijdig aan de X-richting uitstrekkende

20 lijnen liggen. De eerste processor 51 levert aan een tweede processor 55 van de regeleenheid 17 een elektrisch signaal u_{sp} dat opeenvolgend correspondeert met de door de eerste processor 51 opeenvolgend gegenereerde deelgebieden 53 van het beeld 49. In elk deelgebied 53 bepaalt de tweede processor 55 de positie en de oriëntatie op de huid 11 van de in het betreffende deelgebied 53 aanwezige haar of haren 13, waarbij de tweede processor 55 aan een derde

25 processor 57 van de regeleenheid 17 een elektrisch signaal u_{pO} levert dat opeenvolgend correspondeert met de door de tweede processor 55 bepaalde posities en oriëntaties van de haren 13 in de opeenvolgende deelgebieden 53 van het beeld 49. In elk deelgebied 53 bepaalt de derde processor 57 op een hierna nader te omschrijven wijze een of meer doelposities van de laserbundel 7 als functie van de genoemde positie en oriëntatie van de haar of haren 13 in

30 het betreffende deelgebied 53. De deelgebieden 53 bezitten afmetingen die bepaald zijn door een vooraf bepaalde gemiddelde afstand tussen de op de huid 11 aanwezige haren 13 en een vooraf bepaalde lengte van de haren 13. In het getoonde uitvoeringsvoorbeeld zijn de afmetingen van de deelgebieden 53 zodanig dat de deelgebieden 53 gemiddeld slechts één enkele haar 13 omvatten. In de praktijk kan dit worden bereikt indien de gebruiker de haren 13

voorafgaande aan de behandeling met het haarverwijderingsapparaat 1 met behulp van een trimmer op een zodanige lengte trimt dat de genoemde vooraf bepaalde lengte van de haren 13 kleiner is dan de genoemde gemiddelde afstand tussen de haren 13. Goede resultaten worden bijvoorbeeld bereikt indien de haren 13 op een lengte van tussen 1 mm en 2 mm worden

5 getrimd bij een gemiddelde afstand tussen de haren 13 van tussen 3 mm en 5 mm. Opgemerkt wordt, dat de eerste processor 51 de opeenvolgende deelgebieden 53 van het beeld 49 bij voorkeur zodanig genereert, dat de in een deelgebied 53 aanwezige haar 13 zich ongeveer in een centrum van het betreffende deelgebied 53 bevindt. De reeks van opeenvolgende deelgebieden 53 bezit dan uiteraard niet de in figuur 3 getoonde regelmaat, maar is min of

10 meer regelmatig, waarbij tussen de opeenvolgende deelgebieden 53 bijvoorbeeld een tussenruimte aanwezig kan zijn of waarbij de opeenvolgende deelgebieden 53 bijvoorbeeld niet precies op een lijn liggen. Doordat de deelgebieden 53 gemiddeld slechts één enkele haar 13 bevatten, kunnen in een deelgebied 53 de positie en de oriëntatie van een haar 13 door de tweede processor 55 van de regeleenheid 17 en de doelposities van de laserbundel 7 door de

15 derde processor 57 van de regeleenheid 17 binnen een zeer korte tijdsduur worden bepaald, en kan een benodigde rekencapaciteit van de tweede processor 55 en de derde processor 57 sterk worden beperkt. Bij voorkeur bevat het haarverwijderingsapparaat 1 verder een in de figuren niet getoond instelorgaan met behulp waarvan de gebruiker van het haarverwijderingsapparaat 1 de afmetingen van de deelgebieden 53 kan instellen. Het genoemde instelorgaan levert

20 daartoe aan de eerste processor 51 een elektrisch signaal u_A dat correspondeert met de door de gebruiker ingestelde afmetingen. Op deze wijze kan de gebruiker de afmetingen van de deelgebieden 53 aanpassen aan de eigenschappen van de te behandelen huid, in het bijzonder de gemiddelde afstand tussen de haren op de huid en de gemiddelde lengte van de getrimde haren, zodat het behandelingsresultaat en de behandelingstijd door de individuele gebruiker

25 kunnen worden geoptimaliseerd.

Zoals figuur 4 verder toont, levert de derde processor 57 aan een vierde processor 59 van de regeleenheid 17 een elektrisch signaal u_{TP} dat opeenvolgend correspondeert met de door de derde processor 57 in de opeenvolgende deelgebieden 53 bepaalde doelposities van de laserbundel 7. De vierde processor 59 bepaalt als functie van het

30 signaal u_{TP} een eerste uitgangssignaal u_{M1} en een tweede uitgangssignaal u_{M2} van de regeleenheid 17 waarmee de regeleenheid 17 respectievelijk de eerste kantelspiegel 19 en de tweede kantelspiegel 21 van de laserbundelmanipulator 5 aanstuurt. De uitgangssignalen u_{M1} en u_{M2} worden door de vierde processor 59 zodanig bepaald dat de kantelspiegels 19 en 21 in standen worden gesteld die corresponderen met de met het signaal u_{TP} corresponderende

doelpositie van de laserbundel 7 in het betreffende deelgebied 53. De vierde processor 59 levert tevens een derde uitgangssignaal u_L van de regeleenheid 17 waarmee de regeleenheid 17 de laserbron 3 stuurt. De vierde processor 59 levert het uitgangssignaal u_L op een vooraf bepaald tijdstip na het leveren van de uitgangssignalen u_{M1} en u_{M2} , waarbij het vooraf bepaalde tijdstip correspondeert met een vooraf bepaalde benodigde insteltijd van de kantelspiegels 19 en 21. De vierde processor 59 levert het uitgangssignaal u_L gedurende de vooraf bepaalde pulsduur, zodat de laserbundel 7 gedurende de vooraf bepaalde pulsduur in de betreffende doelpositie actief is.

Op de hiervoor omschreven manier wordt het gedetecteerde beeld 49 door de regeleenheid 17 op gelijkmatige wijze gescand volgens de genoemde reeks van opeenvolgende deelgebieden 53, waarbij de laserbundelmanipulator 5 door de regeleenheid 17 slechts in opeenvolgende standen wordt gesteld die corresponderen met de in de opeenvolgende deelgebieden 53 bepaalde doelposities. De laserbundelmanipulator 5 hoeft aldus slechts in een beperkt aantal opeenvolgende standen te worden gesteld, waardoor met behulp van het haarbehandelingsapparaat 1 een bijzonder korte behandelingstijd wordt verkregen. De laserbundelmanipulator 5 wordt hierbij echter op een relatief onregelmatige wijze versteld, zodat relatief hoge eisen worden gesteld aan de instelnauwkeurigheid van de laserbundelmanipulator 5 en aan de voor het bereiken van een bepaalde instelnauwkeurigheid benodigde insteltijd. Doordat de doelposities van de laserbundel 7 automatisch worden bepaald door de regeleenheid 17, en de laserbron 3 door de regeleenheid 17 automatisch wordt geactiveerd nadat de laserbundelmanipulator 5 door de regeleenheid 17 automatisch in een juiste nauwkeurige stand is gesteld die correspondeert met een bepaalde doelpositie, is het haarverwijderingsapparaat 1 volgens de uitvinding bijzonder geschikt voor veilig gebruik door onervaren personen, waardoor het haarverwijderingsapparaat 1 in het bijzonder geschikt is voor de consumentenmarkt. De hierna nog nader te omschrijven bepaling van de doelposities van de laserbundel 7, het automatisch stellen van de laserbundelmanipulator 5, en het automatisch activeren van de laserbron 3 vinden in een relatief korte tijdsduur plaats, zodat met behulp van het haarverwijderingsapparaat 1 volgens de uitvinding relatief korte behandelingstijden mogelijk zijn.

Binnen een deelgebied 53 van het gedetecteerde beeld 49 worden de doelposities van de laserbundel 7 door de regeleenheid 17 op de volgende manier bepaald. Figuur 5a toont schematisch een deelgebied 53 waarin zich een te epilieren haar 13 bevindt. Uit het signaal u_{SP} bepaalt de tweede processor 55 van de regeleenheid 17 voor het betreffende deelgebied 53 een grijswaardeverdeling, waaruit de positie en de oriëntatie van de haar 13 op

de huid 11 in het deelgebied 53 worden bepaald. De tweede processor 55 maakt tevens een onderscheid tussen een haaruiteinde 63 en een haaruittreedpositie 65 waar de haar 13 uit de huid 11 treedt. Het genoemde onderscheid wordt gemaakt met behulp van vooraf bepaalde grijswaardekenmerken en vormkenmerken van getrimde haaruiteinden en haaruittreedposities, die in het geheugen van de tweede processor 55 zijn opgeslagen. Uit de aldus bepaalde positie en oriëntatie van de haar 13 en de uittreedpositie 65 bepaalt de derde processor 57 van de regeleenheid 17 vervolgens een gebied 67 op de huid 11 waaronder zich de wortel 15 van de haar 13 met een vooraf bepaalde waarschijnlijkheid bevindt. In het getoonde uitvoeringsvoorbeeld wordt bij het bepalen van het genoemde gebied 67 verondersteld dat de wortel 15 zich bevindt op een denkbeeldige rechtlijnige onderhuidse verlenging 69 van de haar 13 die zich vanaf de gedetecteerde uittreedpositie 65 uitstrekt, waarbij verder wordt verondersteld dat een in figuur 2 getoonde hoek α tussen de haar 13 en het oppervlak van de huid 11 en een eveneens in figuur 2 getoonde lengte L van een onder het oppervlak van de huid 11 aanwezig deel van de haar 13 tussen vooraf op statistische wijze bepaalde minimale en maximale waarden liggen. Het aldus bepaalde gebied 67 is langwerpig en strekt zich uit volgens een recht lijnstuk 71 dat ligt op een denkbeeldige lijn die nagenoeg samenvalt met een loodrechte projectie van de haar 13 op de huid 11. Vervolgens bepaalt de derde processor 57 op het aldus bepaalde lijnstuk 71 een aantal, zoals bijvoorbeeld drie vaste doelposities 9, 9', en 9'' voor de laserbundel 7, die elkaar voor een klein deel overlappen, en levert de derde processor 57 aan de vierde processor 59 achtereenvolgens een aantal signalen u_{TP} die met de genoemde doelposities 9, 9', en 9'' corresponderen. Als gevolg hiervan stelt de vierde processor 59 van de regeleenheid 17 de laserbundelmanipulator 5 in een aantal opeenvolgende vaste standen die corresponderen met de aldus bepaalde doelposities 9, 9', en 9'' van de laserbundel 7, waarbij de vierde processor 59 de laserbron 3 in elk van de opeenvolgende vaste standen van de laserbundelmanipulator 5 gedurende de vooraf bepaalde pulsduur activeert.

Figuur 5b toont een deelgebied 53 van het gedetecteerde beeld 49 in een alternatieve uitvoeringsvorm van het haarverwijderingsapparaat 1 volgens de uitvinding. In deze alternatieve uitvoeringsvorm levert de derde processor 57 aan de vierde processor 59 een signaal u_{TP} dat correspondeert met een verplaatsing van de laserbundel 7 met een vooraf bepaalde snelheid v over het genoemde rechte lijnstuk 71, zodat de vierde processor 59 de laserbundelmanipulator 5 in een reeks van opeenvolgende standen stelt die corresponderen met de genoemde verplaatsing van de laserbundel 7. In deze alternatieve uitvoeringsvorm activeert de vierde processor 59 van de regeleenheid 17 de laserbron 3 bij aanvang van de

genoemde verplaatsing en schakelt de vierde processor 59 de laserbron 3 aan het einde van de genoemde verplaatsing weer uit. Om in deze alternatieve uitvoeringsvorm een resultaat te verkrijgen dat vergelijkbaar is met het resultaat dat bereikt wordt bij de in figuur 5a getoonde uitvoeringsvorm, dient de genoemde vooraf bepaalde snelheid v van de laserbundel 7

- 5 ongeveer gelijk te zijn aan een quotiënt van de spotdiameter van de laserbundel 7 en de in figuur 5a toegepaste pulsduur.

- In het in figuur 4 getoonde uitvoeringsvoorbeeld bevat de regeleenheid 17 verder een vijfde processor 73 die uit het door de beeldsensor 47 gedetecteerde beeld 49, d.w.z. uit het signaal u_s , een reflectiespectrum van het onder de opening 33 aanwezige deel
- 10 van de huid 11 bepaalt, en dit reflectiespectrum vergelijkt met een vooraf bepaald referentiespectrum dat in een geheugen van de vijfde processor 73 is opgeslagen en kenmerkende informatie bevat over tenminste één frequent voorkomende huidafwijking. Figuur 6 toont een voorbeeld van een dergelijk reflectiespectrum, waarbij de horizontale as een gemeten grijswaarde G aangeeft en de verticale as een aantal beeldsensorpixels N
- 15 aangeeft. Het getoonde reflectiespectrum bevat een eerste relatief grote piek A met grijswaarden die corresponderen met blanke huid, een tweede relatief kleine piek B met grijswaarden die corresponderen met donkere haren, en een derde piek C met grijswaarden die corresponderen met de genoemde huidafwijking. De vijfde processor 73 bepaalt uit de genoemde vergelijking de posities op de huid 11 waarin de genoemde huidafwijking
- 20 voorkomt, en levert aan een zesde processor 75 van de regeleenheid 17 u_{BP} een elektrisch signaal dat correspondeert met de aldus bepaalde posities op de huid 11 van de genoemde huidafwijking. De zesde processor 75 vergelijkt het signaal u_{TP} , dat correspondeert met een door de derde processor 57 bepaalde doelpositie van de laserbundel 7, met de aldus bepaalde posities op de huid 11 van de genoemde huidafwijking, en levert een signaal u_{STOP} aan de
- 25 vierde processor 59 indien de doelpositie van de laserbundel 7 overeenkomt met een van de posities op de huid 11 van de genoemde huidafwijking. Indien de vierde processor 59 het signaal u_{STOP} ontvangt, wordt de laserbron 3 door de vierde processor 59 niet geactiveerd. Door toepassing van de vijfde processor 73 en de zesde processor 75 wordt voorkomen dat de laserbundel 7 actief is in posities op de huid 11 waarin de genoemde huidafwijking voorkomt.
- 30 Te denken valt bijvoorbeeld aan moedervlekken of andersoortige pigmentvlekken. Dergelijke huidafwijkingen bezitten een relatief hoog absorptievermogen voor het toegepaste licht van de laserbundel 7, zodat bij contact van deze huidafwijkingen met het licht van de laserbundel 7 verwondingen kunnen ontstaan. Door toepassing van de vijfde processor 73 en de zesde processor 75 wordt een automatische bescherming tegen dergelijke verwondingen verkregen.

Zoals figuur 1 toont, bevat het haarverwijderingsapparaat 1 volgens de uitvinding verder een handgreep 81 waarmee de gebruiker het haarverwijderingsapparaat 1 op de te behandelen huid 11 kan plaatsen en over de huid 11 kan verplaatsen. Zoals in het voorgaande werd omschreven, wordt slechts het onder de opening 33 aanwezige deel van de
5 huid 11 behandeld. Na de behandeling van het genoemde deel van de huid 11 dient de gebruiker het haarverwijderingsapparaat 1 naar een volgende positie op de huid 11 te verplaatsen. Het haarverwijderingsapparaat 1 kan bijvoorbeeld worden voorzien van een akoestische bron die wordt aangestuurd door de regeleenheid 17 en een geluidssignaal produceert zodra de behandeling van het onder de opening 33 aanwezige deel van de huid 11
10 is voltooid. In plaats van een dergelijke akoestische bron kan het haarverwijderingsapparaat 1 bijvoorbeeld worden voorzien van elektrische aandrijfmiddelen die aangestuurd worden door de regeleenheid 17 voor het automatisch verplaatsen van het haarverwijderingsapparaat 1 over de te behandelen huid 11.

Figuur 7 toont een regeleenheid 17' van een verdere uitvoeringsvorm van een
15 haarverwijderingsapparaat 1' volgens de uitvinding. Behalve de regeleenheid 17' heeft het haarverwijderingsapparaat 1' een vergelijkbare samenstelling als het in figuur 1 getoonde haarverwijderingsapparaat 1 volgens de uitvinding. In figuur 7 zijn onderdelen van het haarverwijderingsapparaat 1', die overeenkomen met onderdelen van het hiervoor besproken haarverwijderingsapparaat 1, aangegeven met overeenkomstige verwijzingscijfers, en in het
20 volgende worden uitsluitend de verschillen tussen de regeleenheden 17 en 17' en de daaruit resulterende verschillen in de werking van de haarverwijderingsapparaten 1 en 1' besproken.

Zoals figuur 7 toont, bevat de regeleenheid 17' eveneens een eerste processor 51, een tweede processor 55, een derde processor 57, een vierde processor 59, een vijfde processor 73, en een zesde processor 75. De regeleenheid 17' bevat verder een zevende
25 processor 77 die het eerste uitgangssignaal u_{M1} en het tweede uitgangssignaal u_{M2} bepaalt waarmee de regeleenheid 17' respectievelijk de eerste kantelspiegel 19 en de tweede kantelspiegel 21 van de laserbundelmanipulator 5 aanstuurt. De zevende processor 77 bepaalt de uitgangssignalen u_{M1} en u_{M2} zodanig dat de kantelspiegels 19 en 21 stelbaar zijn in een reeks van opeenvolgende standen die corresponderen met een regelmatige reeks van
30 denkbeeldige posities van de laserbundel 7 op het deel van de huid 11 onder de opening 33, in het bijzonder met een verplaatsing van de denkbeeldige positie van de laserbundel 7 met een vooraf bepaalde snelheid v' volgens een aantal in de Y-richting gezien opeenvolgende zich evenwijdig aan de X-richting uitstrekkende lijnen. Zoals figuur 7 toont, levert de zevende processor 77 daarbij aan de eerste processor 51 een elektrisch signaal u_{IP} dat correspondeert

met de actuele denkbeeldige positie IP van de laserbundel 7. De eerste processor 51 genereert uit de signalen u_s en u_p een in figuur 8 op schematische wijze getoond deelgebied 53' van het beeld 49 met afmetingen die bepaald zijn door een vooraf bepaalde gemiddelde afstand tussen de op de huid 11 aanwezige haren 13 en een vooraf bepaalde lengte van de haren 13. De

5 afmetingen van het deelgebied 53' zijn door de gebruiker instelbaar met behulp van een niet getoond instelorgaan, dat aan de eerste processor 51 een elektrisch signaal u_A levert dat correspondeert met de door de gebruiker ingestelde afmetingen van het deelgebied 53'. De eerste processor 51 genereert het deelgebied 53' zodanig, dat een in figuur 8 getoonde referentiepositie R in het deelgebied 53', in het bijzonder een centrumpositie van het

10 deelgebied 53', voortdurend correspondeert met de actuele denkbeeldige positie IP van de laserbundel 7. Op deze wijze volgt het deelgebied 53' de rechtlijnige verplaatsing van de actuele denkbeeldige positie IP van de laserbundel 7 over het beeld 49. Figuur 8 toont tevens een aantal lijnen 79 volgens welke de actuele denkbeeldige denkbeeldige positie IP van de laserbundel 7 over het beeld 49 wordt verplaatst. De eerste processor 51 levert aan de tweede

15 processor 55 een elektrisch signaal u_{SP} dat correspondeert met het deelgebied 53', en de tweede processor 55 bepaalt uit het signaal u_{SP} de positie en de oriëntatie in het deelgebied 53' van de in het deelgebied 53' aanwezige haar 13. De tweede processor 55 levert aan de derde processor 57 een elektrisch signaal u_{PO} dat correspondeert met de door de tweede processor 55 bepaalde positie en oriëntatie van de haar 13 in het deelgebied 53', en de derde processor 57

20 bepaalt uit het signaal u_{PO} de doelposities 9, 9', en 9'' van de laserbundel 7 in het deelgebied 53'. De derde processor 57 levert aan de vierde processor 59 een elektrisch signaal u_{TP} dat correspondeert met de door de derde processor 57 bepaalde doelposities 9, 9', en 9'' van de laserbundel 7. De vierde processor 59 vergelijkt de actuele denkbeeldige positie IP van de laserbundel 7 met de doelposities 9, 9', en 9'' van de laserbundel 7, en activeert de laserbron 3

25 middels het uitgangssignaal u_L gedurende de vooraf bepaalde pulsduur indien de actuele denkbeeldige positie IP van de laserbundel 7 overeenkomt met een van de doelposities 9, 9', of 9'' van de laserbundel 7 in het deelgebied 53'. De vijfde processor 73 en de zesde processor 75 hebben in de regeleenheid 17' een vergelijkbare functie als de vijfde processor 73 en de zesde processor 75 in de regeleenheid 17.

30 Een voordeel van het haarverwijderingsapparaat 1' met de regeleenheid 17' is dat de laserbundelmanipulator 5 door de regeleenheid 17' voortdurend op een gelijkmatige wijze wordt versteld, zodat de laserbundelmanipulator 5 geen uitzonderlijk hoge instelnauwkeurigheid en geen uitzonderlijk korte insteltijd behoeft te bezitten. Het onder de opening 33 aanwezige deel van de huid 11 wordt door de laserbundelmanipulator 5 op een

gelijkmatige wijze gescand, en het door de regeleenheid 17' gegenereerde deelgebied 53' van het beeld 49 volgt de denkbeeldige postie IP van de laserbundel 7 op het genoemde deel van de huid 11, waarbij de doelposities 9, 9', en 9'' van de laserbundel 7 voortdurend ten opzichte van het referentiepunt R van het deelgebied 53' veranderen. Goede resultaten worden in deze
5 verdere uitvoeringsvorm van het haarverwijderingsapparaat 1' verkregen indien tussen de opeenvolgende lijnen 79 in het beeld 49 een afstand aanwezig is die gelijk is aan of, bij voorkeur, kleiner is dan de spotdiameter van de laserbundel 7. Aangezien het scannen van alle in het beeld 49 aanwezige lijnen 79 door de laserbundelmanipulator 5 langer duurt dan het
10 direkt verplaatsen van de laserbundelmanipulator 5 naar de opeenvolgende doelposities in het beeld 49, zoals in het haarverwijderingsapparaat 1, heeft het haarverwijderingsapparaat 1' echter in de meeste gevallen een langere behandelingstijd dan het haarverwijderingsapparaat 1.

De in het voorgaande omschreven haarverwijderingsapparaten 1 en 1' zijn epileerapparaten waarmee haren 13 voor een relatief lange tijd of zelfs voorgoed uit de huid 11
15 worden verwijderd. Een nog verdere uitvoeringsvorm van een haarverwijderingsapparaat 1'' volgens de uitvinding heeft de werking van een scheerapparaat. Het haarverwijderingsapparaat 1'' heeft een opbouw die in hoofdzaak gelijk is aan de in figuur 1 getoonde opbouw van het haarverwijderingsapparaat 1. Het haarverwijderingsapparaat 1'' verschilt van het
haarverwijderingsapparaat 1 doordat het haarverwijderingsapparaat 1'' de doelpositie 9 van de
20 laserbundel 7 op de huid 11 op een andere manier bepaalt. Figuur 9 toont op schematische wijze een deelgebied 53'' van het beeld 49 van de te behandelen huid 11, dat met behulp van de beeldsensor 47 van het haarverwijderingsapparaat 1'' wordt gedetecteerd. De derde processor 57 van de regeleenheid 17 van het haarverwijderingsapparaat 1'' bepaalt de
doelpositie 9 van de laserbundel 7 zodanig, dat de doelpositie 9 op de te verwijderen haar 13
25 nabij de door de tweede processor 55 bepaalde uittreedpositie 65 van de haar 13 ligt. Op deze wijze wordt de haar 13 door de laserbundel 7 nabij de uittreedpositie 65 doorgebrand. De regeleenheid 17 van het haarverwijderingsapparaat 1'' kan zodanig geprogrammeerd worden dat de doelpositie 7 ter hoogte van of zelfs beneden het oppervlak van de huid 11 ligt, zodat met behulp van het haarverwijderingsapparaat 1'' een zeer glad scheerresultaat wordt bereikt
30 dat gedurende een relatief lange tijd wordt gehandhaafd. Het haarverwijderingsapparaat 1'' kan verder worden voorzien van een instelorgaan waarmee de gebruiker de locatie van de doelpositie 9 ten opzichte van het oppervlak van de huid 11 kan instellen en aldus een gewenste gladheid kan instellen. Gebleken is, dat het doorbranden van haren 13 met behulp van de laserbundel 7 mogelijk is bij een energiedichtheid van de laserbundel 7 die aanzienlijk

kleiner is dan de energiedichtheid die zoals hiervoor omschreven nodig is voor het epilieren van de haren 13. Het haarverwijderingsapparaat 1" kan daarom worden voorzien van een relatief kleine en goedkope laserdiode met een vermogen van bijvoorbeeld tussen 100 mW en 500 mW.

5 Opgemerkt wordt, dat de uitvinding eveneens een haarverwijderingsapparaat omvat waarin de hiervoor omschreven werking als epileerapparaat en de hiervoor omschreven werking als scheerapparaat zijn gecombineerd, waarbij de gebruiker bijvoorbeeld met behulp van een instelorgaan de gewenste werking kan instellen. Met behulp van de regeleenheid van een dergelijk haarverwijderingsapparaat is bij voorkeur ook de energiedichtheid van de
10 laserbron bestuurbaar, zodat de energiedichtheid van de laserbron kan worden aangepast aan de gewenste werking van het haarverwijderingsapparaat. Indien het haarverwijderingsapparaat een epileerfunctie heeft of door de gebruiker als epileerapparaat is ingesteld, kan het haarverwijderingsapparaat bijvoorbeeld tevens worden voorzien van een automatische scheerfunctie. Indien het haarverwijderingsapparaat uitsluitend een epileerfunctie heeft,
15 waarbij uitsluitend de wortels 15 van de haren 13 worden vernietigd, verdwijnen de achterblijvende haren 13 pas na enige tijd uit de huid 11, zodat het gewenste resultaat niet onmiddellijk wordt bereikt. Indien de epileerfunctie van het haarverwijderingsapparaat automatisch wordt gecombineerd met een scheerfunctie, worden niet alleen de wortels 15 van de haren 13 vernietigd, maar worden de haren 13 eveneens nabij het oppervlak van de huid 11
20 doorgebrand, zodat de haren 13 direkt vanaf de huid 11 verdwijnen en het gewenste resultaat direkt wordt bereikt.

Verder wordt opgemerkt, dat een haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding in plaats van de hiervoor omschreven laserbundelmanipulator 5 met de twee kantelspiegels 19 en 21 ook voorzien kan zijn van een ander type laserbundelmanipulator. Zo
25 kan in plaats van de twee kantelspiegels 19 en 21 bijvoorbeeld een enkele kantelspiegel worden toegepast die kantelbaar is om twee onderling loodrechte kantelassen. In plaats van een laserbundelmanipulator met één of meer dan één kantelspiegel kan bijvoorbeeld ook een laserbundelmanipulator worden toegepast die voorzien is van een in twee onderling loodrechte richtingen verplaatsbare objecthouder, waarbij de laserbron en de beeldsensor in vaste posities
30 aan de genoemde objecthouder zijn bevestigd.

Verder wordt opgemerkt, dat de uitvinding ook uitvoeringsvormen van het haarverwijderingsapparaat omvat waarin in plaats van de hiervoor omschreven beeldsensor 47 met CCD een ander type beeldsensor wordt toegepast. Een bijvoorbeeld van een dergelijke beeldsensor is een CMOS beeldsensor. Een dergelijke CMOS beeldsensor kan worden

voorzien van een RAM geheugen, waardoor een deel van de regeleenheid of zelfs de gehele regeleenheid van het haarverwijderingsapparaat met de CMOS beeldsensor kan worden geïntegreerd. Op deze wijze worden de opbouw en de vervaardiging van het haarverwijderingsapparaat aanzienlijk vereenvoudigd.

- 5 Bij de in het voorgaande omschreven uitvoeringsvormen van het haarverwijderingsapparaat volgens de uitvinding bepaalt de regeleenheid de doelpositie van de laserbundel telkens in een deelgebied van het door middel van de beeldsensor gedetecteerde beeld van de huid. Opgemerkt wordt, dat de uitvinding ook uitvoeringsvormen omvat waarbij de regeleenheid de doelposities van de laserbundel in één keer bepaalt in het gehele door
10 middel van de beeldsensor gedetecteerde beeld van de huid. Dergelijke uitvoeringsvormen vergen echter een regeleenheid met een relatief grote reken capaciteit en geheugencapaciteit.

- Tenslotte wordt opgemerkt, dat de uitvinding ook uitvoeringsvormen van het haarverwijderingsapparaat omvat waarin de positie van de haren op de te behandelen huid niet wordt gedetecteerd met behulp van gereflecteerd licht van een afzonderlijk belichtingsorgaan,
15 zoals het hiervoor omschreven belichtingsorgaan 35, maar waarin de positie van de haren wordt gedetecteerd met behulp van gereflecteerd licht van de laserbundel. Bij dergelijke uitvoeringsvormen wordt de te behandelen huid gescand met behulp van de laserbundel, waarbij de laserbundel een relatief lage energiedichtheid bezit, en waarbij de energiedichtheid van de laserbundel in de doelpositie tijdelijk wordt verhoogd. Bij dergelijke
20 uitvoeringsvormen kan het gereflecteerde licht van de laserbundel bijvoorbeeld worden gedetecteerd met behulp van een eenvoudige fotodetector, waarmee slechts de intensiteit van het gereflecteerde licht van de laserbundel wordt gedetecteerd. De uitdrukking "beeldsensor voor het detecteren van een beeld van tenminste een deel van de huid" in de conclusies omvat derhalve ook een dergelijke relatief eenvoudige fotodetector. Een dergelijke detectiewijze kan
25 op een relatief eenvoudige wijze worden toegepast in het aan de hand van figuur 7 omschreven haarverwijderingsapparaat 1', maar kan ook worden toegepast in bijvoorbeeld een haarverwijderingsapparaat dat voorzien is van een laserbundelmanipulator met verplaatsbare objecthouder zoals hiervoor omschreven.

CONCLUSIES:

EPO - DG 1

14. 04. 1999

(67)

1. Haarverwijderingsapparaat voorzien van een laserbron, een stelbare laserbundelmanipulator voor het positioneren van een in bedrijf door de laserbron geleverde laserbundel in een doelpositie op een te behandelen huid, en een beeldsensor voor het detecteren van een beeld van tenminste een deel van de huid, met het kenmerk, dat de

5 laserbron stuurbaar is door middel van een elektrische regelenheid, waarbij de regelenheid in bedrijf de doelpositie van de laserbundel bepaalt als functie van een door de regelenheid uit het beeld bepaalde positie en/of oriëntatie op de huid van een te verwijderen haar, en waarbij de regelenheid de laserbron activeert indien de laserbundelmanipulator zich in een stand bevindt die correspondeert met de doelpositie van de laserbundel.

10

2. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de regelenheid de doelpositie van de laserbundel bepaalt in een deelgebied van het beeld dat afmetingen bezit die bepaald zijn door een vooraf bepaalde gemiddelde afstand tussen op de huid aanwezige haren en een vooraf bepaalde lengte van de haren.

15

3. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de afmetingen van het deelgebied van het beeld instelbaar zijn.

4. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de

20 laserbundelmanipulator door de regelenheid stelbaar is in een reeks van opeenvolgende standen die corresponderen met een regelmatige reeks van denkbeeldige posities van de laserbundel op het genoemde deel van de huid, waarbij een referentiepositie in het deelgebied van het beeld correspondeert met de actuele denkbeeldige positie van de laserbundel, en waarbij de regelenheid de laserbron activeert indien de referentiepositie overeenkomt met de

25 doelpositie van de laserbundel.

5. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de regelenheid de doelpositie van de laserbundel bepaalt in een regelmatige reeks van opeenvolgende deelgebieden van het beeld, waarbij de laserbundelmanipulator in elk van de

genoemde deelgebieden door de regeleenheid stelbaar is in een stand die correspondeert met de doelpositie van de laserbundel in het betreffende deelgebied.

6. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de
5 regeleenheid uit de uit het beeld bepaalde positie en oriëntatie op de huid van de te
verwijderen haar een gebied op de huid bepaalt waaronder zich een wortel van de haar met een
vooraf bepaalde waarschijnlijkheid bevindt, waarbij de regeleenheid in het genoemde gebied
op de huid tenminste één doelpositie bepaalt.
- 10 7. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusies 5 en 6, met het kenmerk, dat de
laserbundelmanipulator door de regeleenheid stelbaar is in een reeks van opeenvolgende
standen die corresponderen met een verplaatsing van de laserbundel met een vooraf bepaalde
snelheid over een recht lijnstuk op de huid, welk lijnstuk op een denkbeeldige lijn ligt die
nagenoeg samenvalt met een loodrechte projectie van de te verwijderen haar op de huid,
15 waarbij de regeleenheid de laserbron bij aanvang van de genoemde verplaatsing activeert.
8. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusies 5 en 6, met het kenmerk, dat de
laserbundelmanipulator door de regeleenheid stelbaar is in een aantal opeenvolgende vaste
standen die corresponderen met een aantal vaste doelposities van de laserbundel op een recht
20 lijnstuk op de huid, welk lijnstuk op een denkbeeldige lijn ligt die nagenoeg samenvalt met
een loodrechte projectie van de te verwijderen haar op de huid, waarbij de regeleenheid de
laserbron in elk van de genoemde vaste standen van de laserbundelmanipulator gedurende een
vooraf bepaalde tijd activeert.
- 25 9. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de
regeleenheid uit de uit het beeld bepaalde positie en oriëntatie op de huid van de te
verwijderen haar een uittreedpositie op de haar bepaalt waar de haar uit de huid treedt, waarbij
de regeleenheid de doelpositie van de laserbundel gelijk stelt aan een positie op de haar nabij
de genoemde uittreedpositie.
- 30 10. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het
haarverwijderingsapparaat een afzonderlijk belichtingsorgaan omvat voor het belichten van
tenminste het door de beeldsensor te detecteren deel van de huid.

11. Haarverwijderingsapparaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de regeleenheid uit het beeld een reflectiespectrum van het door de beeldsensor gedetecteerde deel van de huid bepaalt, waarbij de regeleenheid het reflectiespectrum vergelijkt met een vooraf bepaald referentiespectrum van tenminste één frequent voorkomende huidafwijking, en
- 5 waarbij de regeleenheid uit genoemde vergelijking posities op de huid bepaalt waarin genoemde huidafwijking aanwezig is en de laserbron in de genoemde posities op de huid niet activeert.

ABSTRACT:

09.04.1999
EPO - DG 1
14. 04. 1999
(67)

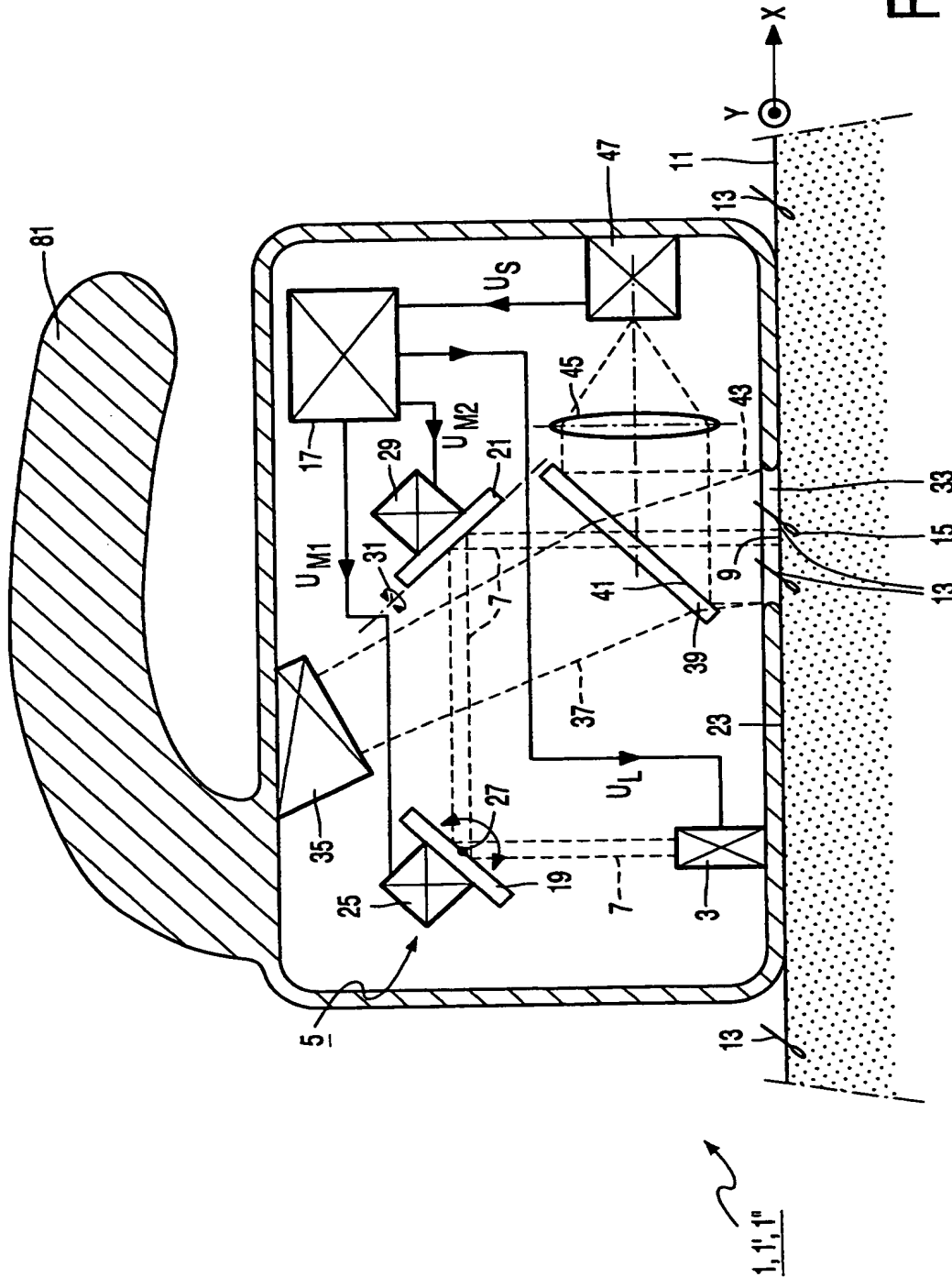
A hair-removing device (1) comprises a laser source (3), an adjustable laser-beam manipulator (5) for positioning a laser beam (7) of the laser source (3) in a target position (9) on a skin (11) to be treated, and an image sensor (47) for detecting an image (49) of the skin. According to the invention, the hair-removing device further comprises a control unit (17) which determines a position and orientation on the skin of a hair (13) to be removed, and which determines the target position of the laser beam as a function of said position and orientation of the hair. The control unit brings the laser-beam manipulator in a state corresponding to the target position of the laser beam, and activates the laser source when the laser-beam manipulator has reached said state. Thus, the hair-removing device is suitable for use by inexperienced users, and is particularly suitable for the consumer market.

In a particular embodiment, the control unit determines the target position of the laser beam in a position (71) on the skin under which a root (15) of the hair is present, so that the root of the hair is destroyed and the hair-removing device (1) is an epilating device by means of which the hair is removed for a relatively long time or even permanently. In another embodiment, the control unit determines the target position of the laser beam in a position (65) on the hair where the hair comes out of the skin, so that the hair is burned through near the skin surface and the hair-removing device (1'') is a shaving device by means of which a high skin smoothness is obtained.

Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1



2/7

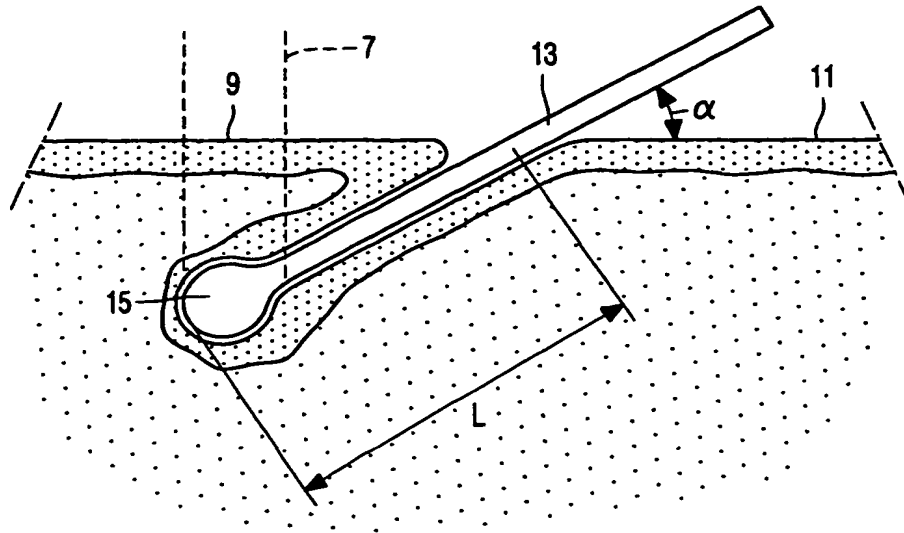


FIG. 2

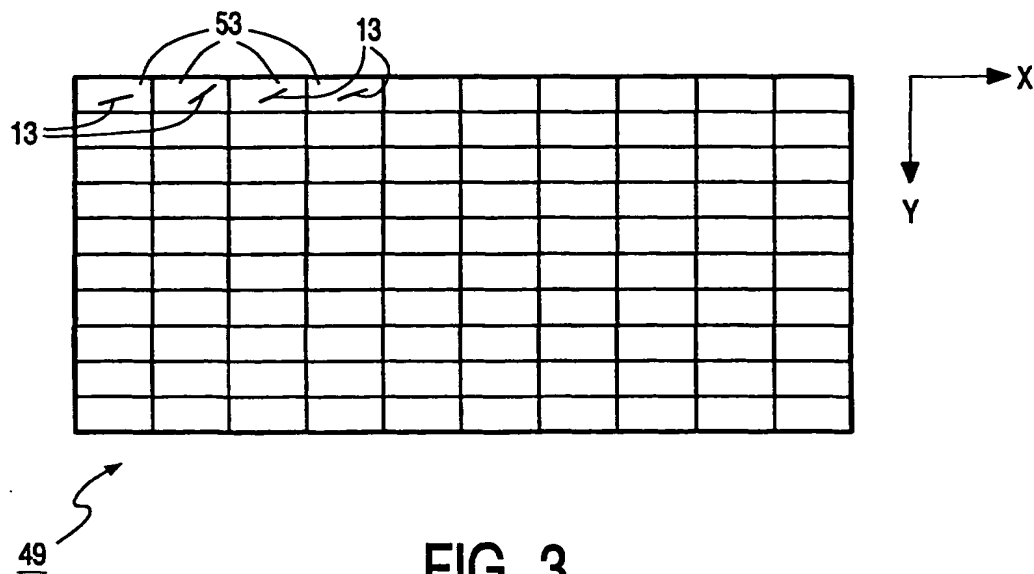


FIG. 3

3/7

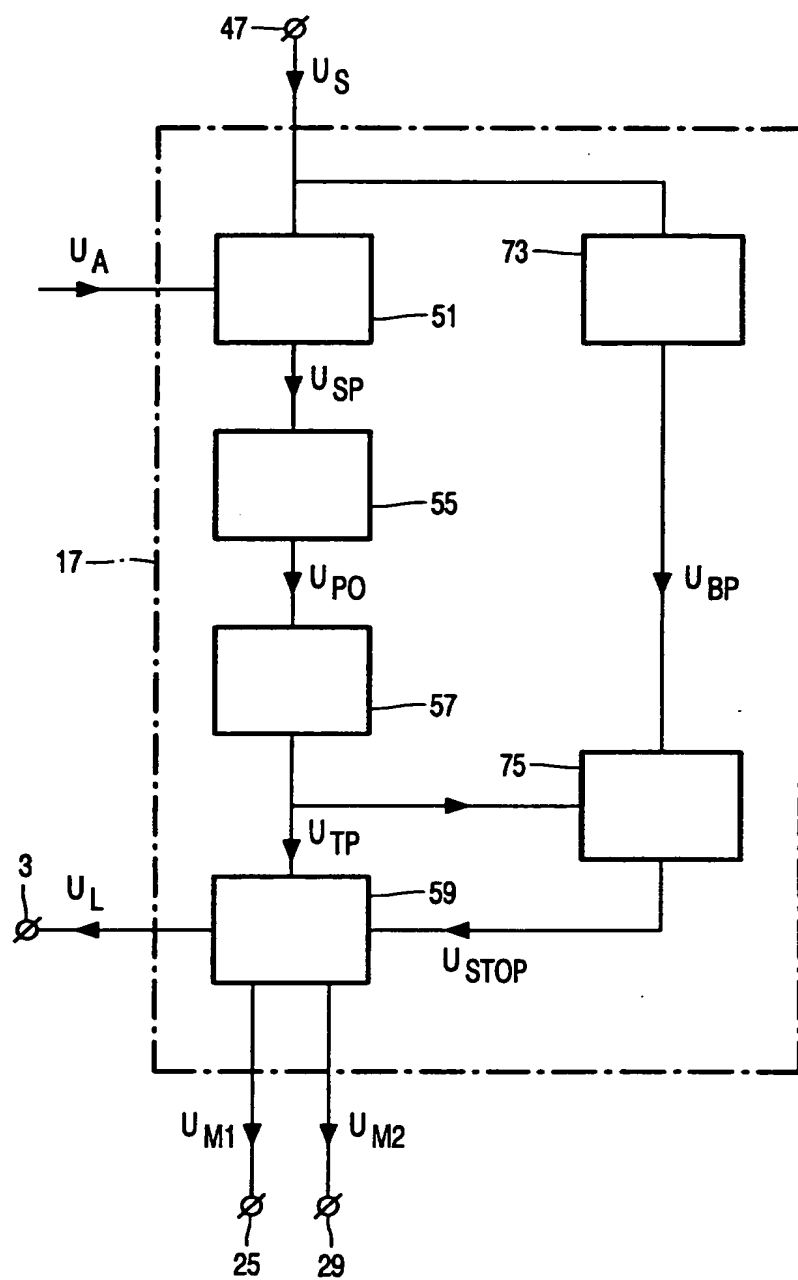
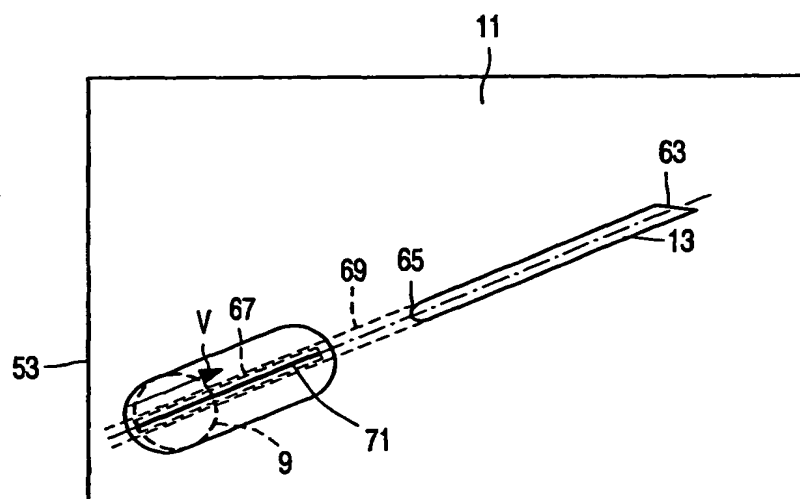
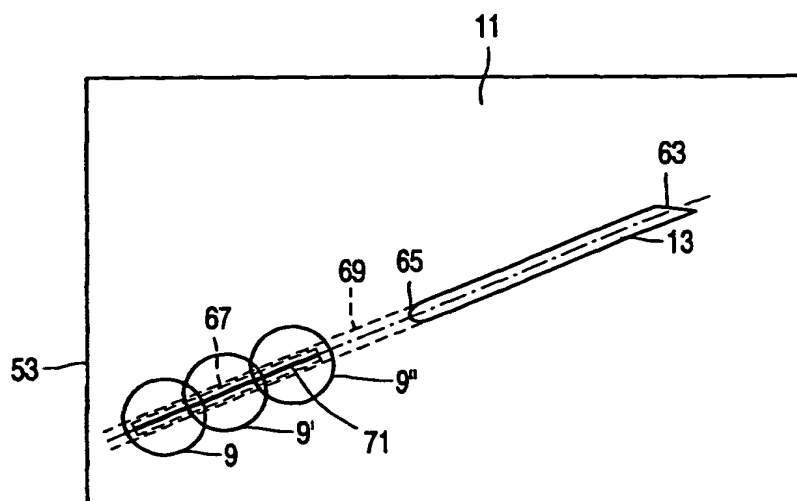


FIG. 4

4/7



5/7

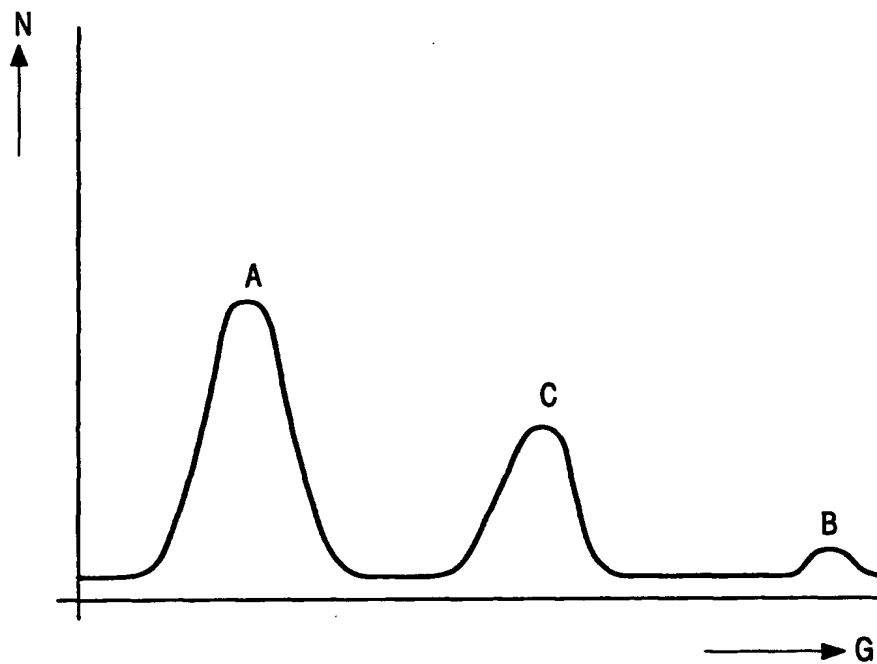


FIG. 6

6/7

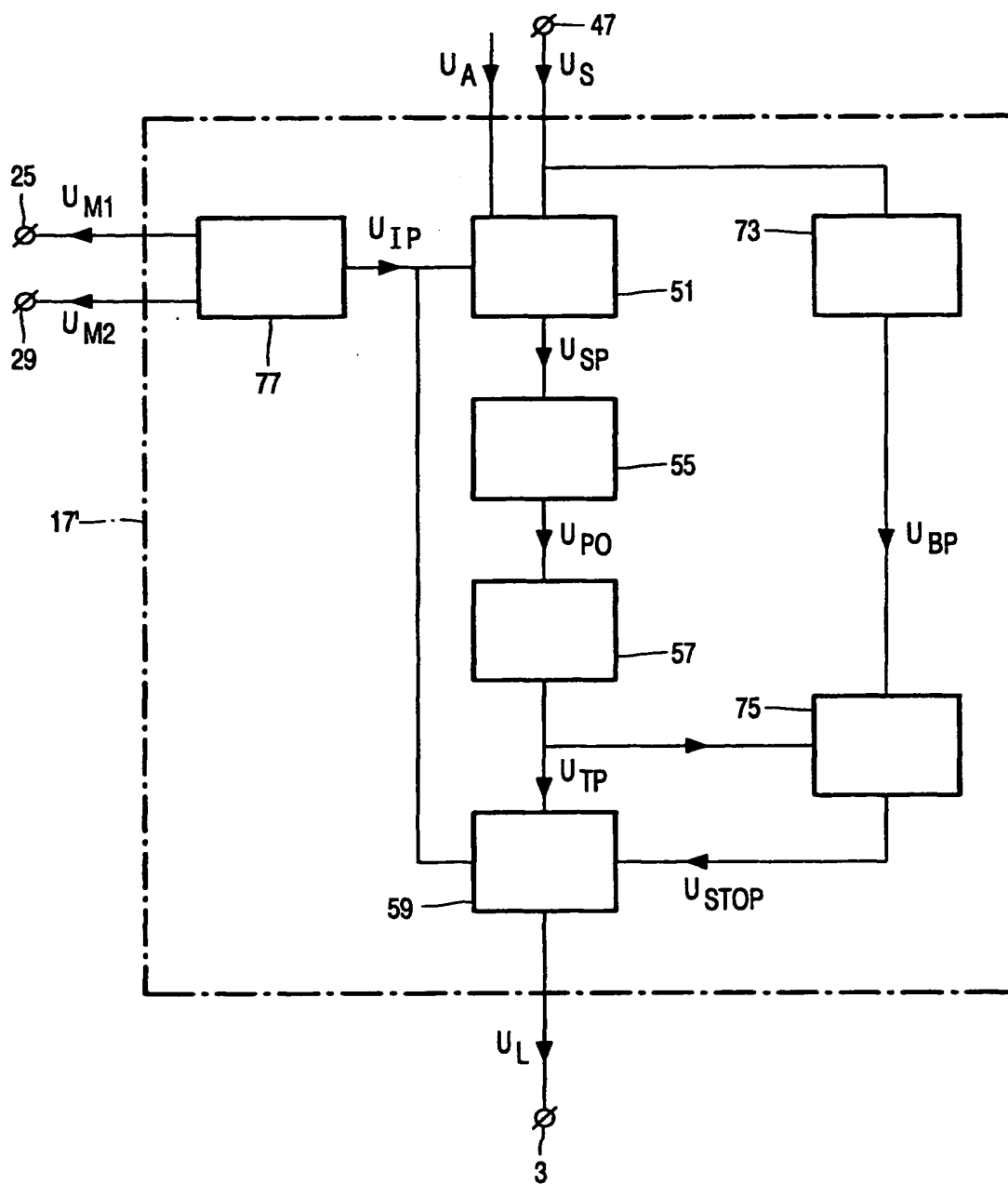
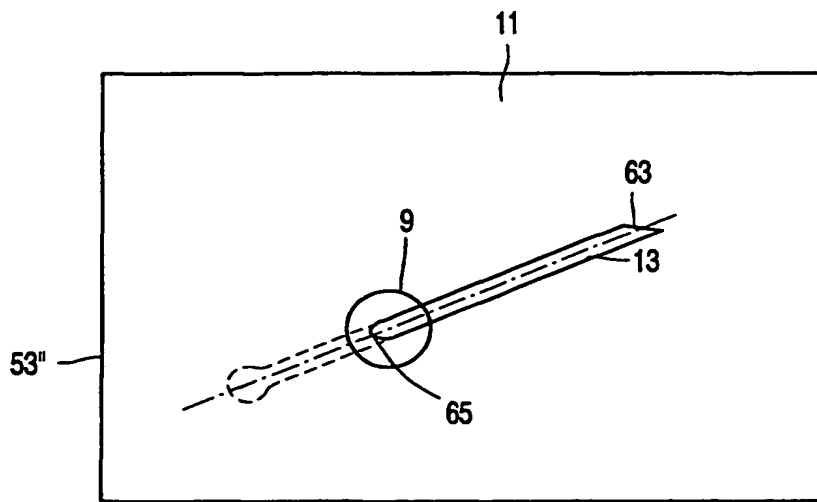
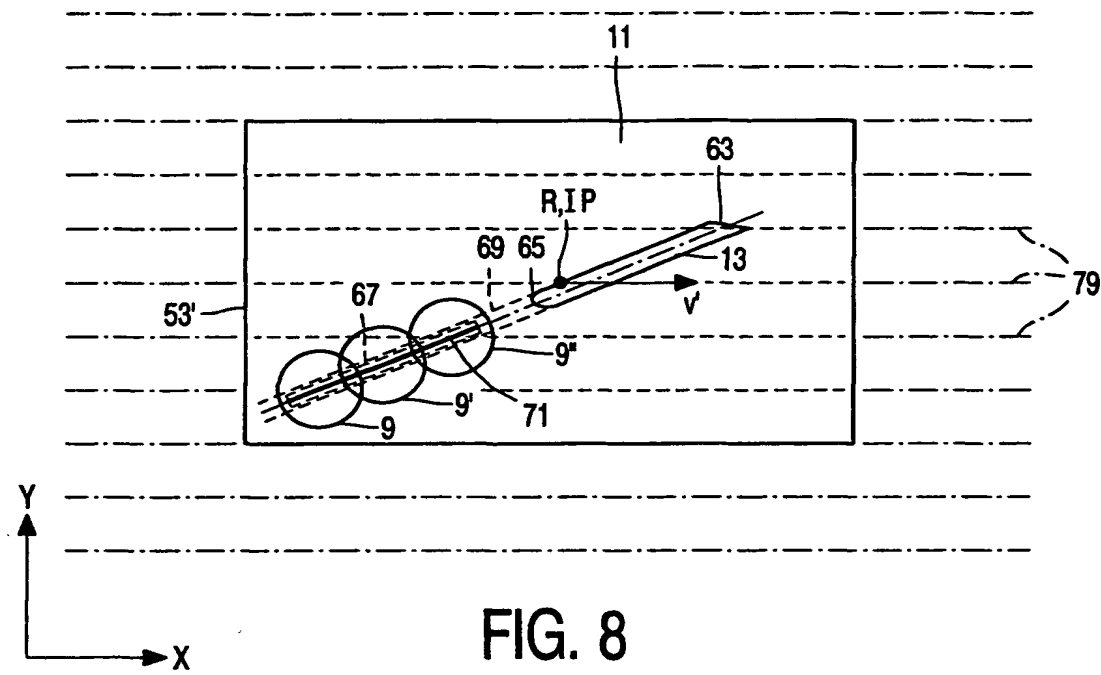


FIG. 7

7/7



THIS PAGE BLANK (USPTO)